

## Efecto de la cantidad y tipo de inóculo para la elaboración de yogurt sobre sus características fisicoquímicas y sensoriales

Ruiz Hernández, K., Ramírez Rojas, N.Z., Gómez Salazar, J.A., Cerón García, A. y Sosa Morales, M.E.\*

Universidad de Guanajuato, Campus Irapuato-Salamanca, División de Ciencias de la Vida, Departamento de Alimentos. Posgrado en Biociencias. Carretera Irapuato-Silao km. 9, Ex-Hacienda El Copal. C.P. 36500. Irapuato, Guanajuato, México.  
[\\*msosa@ugto.mx](mailto:*msosa@ugto.mx); [ruizhk.93@gmail.com](mailto:ruizhk.93@gmail.com)

### RESUMEN:

El yogurt es un alimento altamente consumido por un amplio sector poblacional. Nuevas formulaciones han conquistado los mercados, y los procesos con los que se elaboran deben mejorarse. El objetivo del estudio es evaluar el efecto de la utilización de dos bases de yogurt natural (tradicional y griego), en distintas proporciones de inoculación (10 y 15%) sobre sus características fisicoquímicas y sensoriales. Los datos se analizaron con un diseño factorial, donde el factor A fue el tipo de base y el factor B las proporciones utilizadas. Se determinó acidez titulable y pH a las muestras de yogurt, y se estudió su comportamiento reológico mediante la estimación de la viscosidad aparente. Un análisis sensorial fue ejecutado para evaluar la aceptación general. Los resultados indican que el tipo de base de yogurt empleada influye sobre los parámetros de acidez y pH ( $p < 0.05$ ), mientras que la cantidad de inóculo no tiene efectos significativos sobre ninguna de las variables estudiadas ( $p > 0.05$ ). Los yogurts elaborados muestran comportamiento reológico de un fluido no newtoniano. El yogurt con mayor aceptación es el elaborado a base de yogurt griego..

### Palabras clave:

Yogurt, base láctea, inóculo, fermentación

### ABSTRACT:

Yogurt is an important food widely consumed by population. New formulations have been developed and the processes must be improved. The aim of this study was to evaluate the effect of two kinds of yogurt bases used to elaborate yogurt (traditional and Greek), with different inoculation rates (10 and 15%) on their physicochemical and sensory properties. The data were analyzed with a factorial design, where factor A was the type of base and factor B was the inoculation rate. Titratable acidity and pH of yogurt were evaluated, as well as their rheological behavior. A sensory assay was carried out. The results indicate that the type of yogurt base affects acidity and pH values ( $p < 0.05$ ). The inoculation rate has no effect on these variables ( $p > 0.05$ ). All yogurts showed no Newtonian behavior. The sensory assay indicated that the most accepted yogurt is that made with Greek yoghurt base..

### Keywords:

Yogurt, inoculation rate, type of yoghurt base, fermentation,

Área: Lácteos

## INTRODUCCIÓN

El yogurt es uno de los productos lácteos más consumidos por su aporte nutrimental y por sus características de sabor, olor y textura (Serafeimidou *et al.*, 2012). Este producto es definido por la NOM-181 como aquel obtenido de la fermentación de la leche, estandarizada o no, mediante la acción de los microorganismos *Streptococcus thermophilus* y *Lactibacillus delbrueckii* subespecie *bulgaricus*, teniendo como resultado la reducción del pH. Estos microorganismos, deben estar viables hasta el momento de consumo del producto (Sfakianakis y Tzia, 2014). Por otra parte, la estandarización del contenido de sólidos en la leche es un parámetro importante para el desarrollo de características deseables en el yogurt, como la viscosidad y la consistencia, y con este fin, diferentes ingredientes como la leche desgrasada en polvo y proteína concentrada en polvo son utilizadas (Sfakianakis & Tzia, 2014; Nguyen *et al.*, 2017).

El yogurt es considerado una fuente de probióticos con propiedades antibacteriales, antimicóticas y anti-inmunomoduladoras (Liu *et al.* 2017), razón por la cual la demanda en este tipo de productos ha aumentado y con ello, la demanda de productos con mayores beneficios a la salud. Entre estos productos, destaca el yogurt estilo

griego, el cual es una variante del yogurt tradicional ya que en el proceso de obtención del yogurt griego se omiten las etapas de estandarización y homogeneización, para lograr la formación de una capa gruesa superficial en el producto (Serafeimidou *et al.*, 2012). El yogurt griego es un producto obtenido del yogurt tradicional mediante el drenado de cierta fracción del contenido de agua, asimismo, el uso de hidrocoloides también es común para lograr la textura firme característica en este tipo de yogurt (Desai *et al.*, 2013).

Existen investigaciones que reportan el efecto de la adición de diferentes proporciones de los cultivos iniciadores para la producción de yogurt. Bong & Moraru (2014) estudiaron el efecto de la adición de dos proporciones de cultivos lácticos (0.02 y 0.04%) para la producción de yogurt griego, evaluando además las diferencias entre los tiempos de fermentación (a 43°C) dependiendo de la cantidad de inóculo añadido. Sus resultados muestran que solo en la proporción mayor de inóculo (0.04%) hubo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en los tiempos de fermentación del yogurt.

En este trabajo, se plantea la hipótesis de que la utilización de dos bases de yogurt natural (tradicional y griego), en distintas proporciones de inoculación (10 y 15%) influye sobre el tiempo de fermentación y las características fisicoquímicas del yogurt obtenido, suponiendo que la base de yogurt griego contiene mayor concentración de cultivos lácticos.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de Propiedades Físicas de Materiales Biológicos de la División de Ciencias de la Vida, Universidad de Guanajuato.

#### Materia prima

La leche cruda fue adquirida del área de postas pecuarias de la División de Ciencias de la Vida de la Universidad de Guanajuato, para su posterior pasteurización. Se utilizaron bases de yogurt natural como fuente de cultivos lácteos. Para la estandarización de sólidos, se utilizó leche en polvo obtenida de un establecimiento comercial.

#### Elaboración de yogurt

Para el tratamiento térmico, 3 L de leche cruda fueron pasteurizados manteniendo una temperatura de 90°C durante 15 min (NOM-181, 2010). La estandarización se realizó durante el calentamiento de la leche sometida a pasteurización, cuando ésta llegó a los 45°C, se utilizó leche en polvo reducida en grasa en una proporción del 3% (m/v). Posteriormente, la leche se atemperó a 37°C y el volumen total se distribuyó en cuatro tratamientos de 500 mL cada uno. Posteriormente, se añadieron las bases de cultivos lácteos en un 10% m/v, correspondiente a los controles (tradicional y griego) y 15% m/v correspondiente a los tratamientos (tradicional y griego). La fermentación se mantuvo durante 4 horas aproximadamente, hasta que las muestras alcanzaron un pH de 4.6, de acuerdo con lo reportado por Sfakianakis & Tzia (2014) y Hang *et al.*, (2016). Una vez concluida la fermentación, el yogurt debe ser enfriado hasta una temperatura de 5 °C para su almacenamiento.

#### Análisis fisicoquímicos

*Acidez Titulable (ácido láctico, % m/m)* Se siguió el método específico para esta medición en yogurt de la NOM-185 (2002) como se describe: se pesaron 18 g de yogurt y se le añadieron 0.5 mL de fenolftaleína. La muestra se titula añadiendo lentamente una solución de NaOH 0.1 N hasta la aparición de un color rosado que se mantenga al menos 30 segundos. Los cálculos se obtienen mediante la Ec. 1:

$$\% \text{ acidez} = \frac{V \cdot N \cdot P_{eq}}{m} * 100 \quad \text{Ec. 1.}$$

Que relaciona el volumen de NaOH 0.1 N gastados en la titulación (V), la normalidad de la solución de NaOH (N), el peso equivalente del ácido láctico ( $P_{eq}=0.09$  g) y el volumen o peso de la muestra (M).

*Estimación del valor de pH.* Se utilizó un potenciómetro Conductronic pH120, previamente calibrado con 2 buffers (pH = 7.0 y 4.0). Se tomó un volumen suficiente de muestra para la medición del pH. Todas las medidas fueron efectuadas a temperatura ambiente.

*Viscosidad aparente.* Se determinó la viscosidad aparente para cada una de las muestras a 10°C, mediante un viscosímetro Brookfield DV-II +Pro, V6.3 RV. Se utilizó el adaptador de muestra pequeña (7.1 mL), la aguja cilíndrica S21, y se hicieron corridas en el equipo con velocidades de 0 a 100 rpm para obtener los parámetros de razón de corte (1/s), y viscosidad aparente (cP).

### **Evaluación sensorial**

Se llevó a cabo el análisis sensorial para evaluar cuatro aspectos de las muestras: olor, color, sabor y textura. La evaluación se aplicó a 7 panelistas no entrenados, y siguiendo una escala hedónica de 9 puntos (9=me gusta extremadamente; 1=me disgusta extremadamente) se calificaron los diferentes atributos de las muestras de yogurt.

### **Análisis estadístico**

Se evaluó la distribución normal de los datos con la prueba de Shapiro-Wilk con una confiabilidad del 95%. Una vez evaluados estos requisitos, los datos fueron analizados con un diseño factorial, en donde el factor A fue el tipo de base de yogurt natural utilizada, con dos niveles (tradicional y griego) y el factor B fue la cantidad de base de yogurt natural inoculada, con dos niveles (10 y 15%), cada uno de estos con dos repeticiones para un total de 8 datos en los parámetros de pH y acidez titulable. En el modelo se evaluó la interacción de primer orden y mediante la prueba de Tukey, se realizó la comparación de medias. El nivel de significancia utilizado fue de 95% ( $\alpha=0.05$ ) para ambos análisis, con ayuda del software STATGRAPHICS CENTURION XVI.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

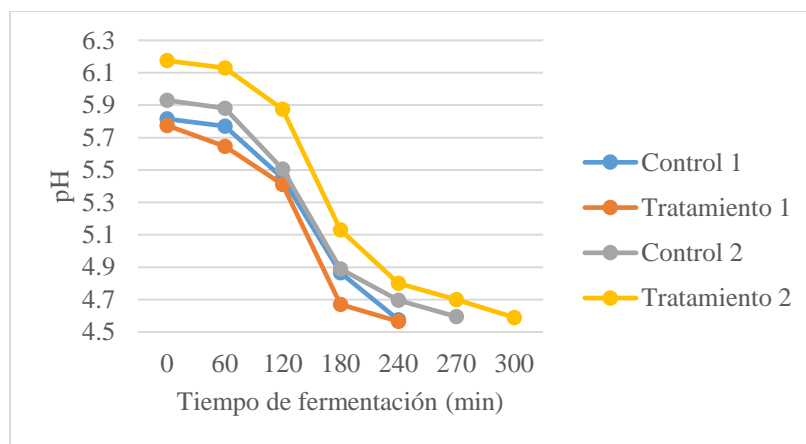
Dentro del modelo estadístico, solo el factor correspondiente al tipo de base de yogurt empleada fue estadísticamente significativo ( $p<0.05$ ). Esto es, que tiene efecto sobre los parámetros fisicoquímicos estudiados, en contraste con la cantidad de inóculo que no es importante dentro del diseño experimental, al igual que la interacción entre ambos factores estudiados. Con relación al tipo de base de yogurt empleada, hay una diferencia significativa entre la base tradicional y la base de yogurt griego ( $p<0.05$ ), por lo que puede ser conveniente estudiar otras variables en conjunto con el tipo de inóculo, para observar su efecto sobre las características del yogurt elaborado.

### **Fermentación del yogurt**

En la Fig. 1 se muestran las curvas de descenso de pH para cada uno de los controles y tratamientos del estudio. Mientras que los yogurts inoculados con base tradicional (control 1 y tratamiento 1) alcanzaron las condiciones de acidez necesarias en 240 min (4 horas), el control 2 demoró hasta 270 min (4.5 horas), y el último yogurt en alcanzar el pH de 4.6 fue el control 2.

Sfakianakis & Tzia (2014) y Hang *et al.*, (2016) reportan un tiempo de fermentación de 4 horas para elaboración de yogurt tradicional, lo cual concuerda con lo observado en este estudio. Por otro lado, Bong & Moraru (2014) reportan tiempos de fermentación para yogurt griego de 305 y 330 min, los cuales son similares a los que se obtuvieron en las muestras estudiadas. Pese a estas diferencias en los tiempos requeridos para la fermentación, el tipo de base empleada no influye significativamente ( $p<0.05$ ).

Con respecto a la cantidad de base inoculada, el tratamiento 2 que tuvo una mayor cantidad de inóculo requiere de más tiempo para alcanzar el pH adecuado, esto puede compararse con lo que reportan Bong & Moraru (2014) con respecto a diferentes proporciones de cultivos lácteos (0.02 y 0.04%) para yogurt griego, de los cuales la proporción de 0.04% requiere mayor tiempo para lograr el grado de fermentación deseado, sin embargo, para el presente estudio las cantidades de inóculo empleadas no tienen un efecto significativo sobre el tiempo de fermentación ( $p<0.05$ )



**Fig 1.** Descenso de pH durante la fermentación del yogurt (37°C). Control 1: 10% base tradicional, tratamiento 1: 15% base tradicional, control 2: base yogurt griego y tratamiento 2: 15% base yogurt griego

### Propiedades fisicoquímicas

En la Tabla 1 se muestran los datos promedio de pH y porcentaje de acidez titulable de cada una de las muestras, tomados 72 horas después de la elaboración. Los valores de porcentaje de acidez titulable son estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ) con respecto al tipo de base utilizada en la inoculación, sin embargo, entre el control 1 y tratamiento 1 que corresponden al yogurt elaborado con base tradicional, no existe una diferencia significativa, por lo que la cantidad de base empleada para la inoculación no afecta sobre el contenido final de acidez. Del mismo modo, los valores de pH no se vieron afectados por la cantidad de inóculo empleado, pero sí por el tipo de base que se utilizó ( $p < 0.05$ )

El descenso de pH en las muestras de yogurt estudiadas es drástico. Investigaciones que estudian el comportamiento de esta variable durante el almacenamiento, reportan valores de  $pH = 4.21$  en el día 21 de almacenamiento (Gao *et al.*, 2018), mientras que en el estudio se obtuvieron valores de 3.81 a 4.13. De acuerdo con la NOM-181, 2010, el contenido de acidez mínimo en el yogurt es de 0.5%, por lo que todas las muestras se encuentran dentro del rango aceptable. Este parámetro es también comparable con los valores obtenidos por Gao *et al.*, (2018), que reportan 0.89% de acidez en yogurt tradicional.

### Viscosidad aparente

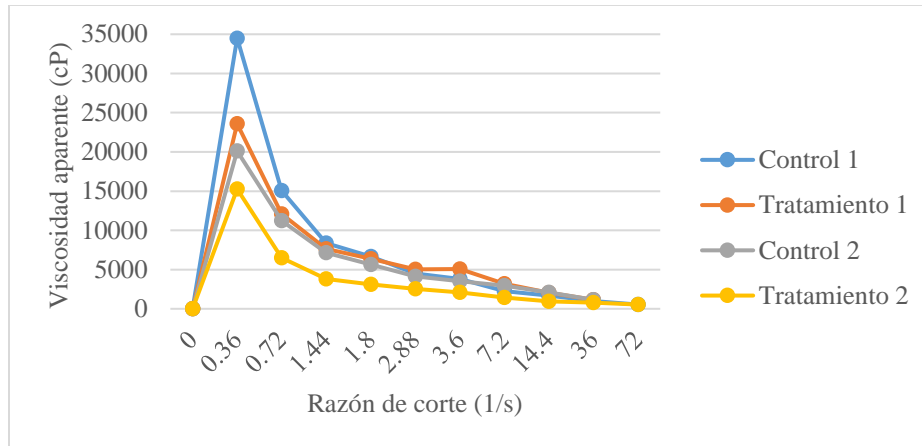
La Fig. 2 permite observar el comportamiento de la viscosidad de cada muestra con respecto a la razón de corte ejercida. Cuando la razón de corte es pequeña, se aprecia un incremento abrupto en la viscosidad de todas las muestras, la cual desciende posteriormente y decrece de manera no constante. Este comportamiento concuerda con el de un fluido no-Newtoniano debido a las variaciones en las unidades decrecientes de la viscosidad con respecto a la razón de corte. Un comportamiento similar, no-Newtoniano, reportan Sah *et al.*, (2016), que estudian el comportamiento reológico del yogurt. Para este parámetro, las muestras elaboradas con base tradicional muestran los valores más altos de viscosidad, específicamente el control 1, mientras que el tratamiento 2 (elaborado con 15% de base griego) tuvo los valores más bajos en este parámetro.

La Fig. 3 muestra los reogramas de los yogurts elaborados, en los que se observa que su comportamiento es no Newtoniano.

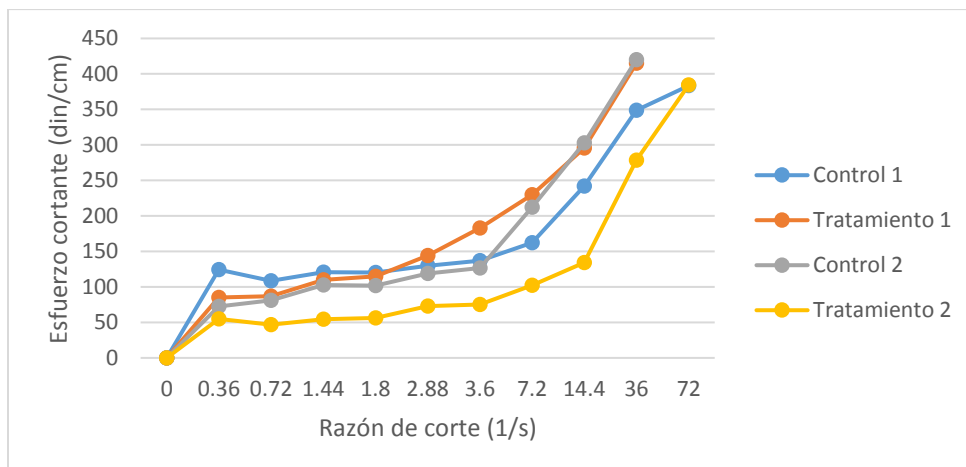
|                      | Acidez (%)        | pH                |
|----------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Control 1</b>     | 0.93 <sup>a</sup> | 3.83 <sup>a</sup> |
| <b>Tratamiento 1</b> | 0.94 <sup>a</sup> | 3.81 <sup>a</sup> |
| <b>Control 2</b>     | 0.86 <sup>b</sup> | 4.01 <sup>b</sup> |
| <b>Tratamiento 2</b> | 0.88 <sup>b</sup> | 4.13 <sup>b</sup> |

**Tabla I.** Contenido de acidez (ácido láctico/100 g muestra) y valores de pH de Control 1: 10% base tradicional, tratamiento 1: 15% base tradicional, control 2: base yogurt griego y tratamiento 2: 15% base yogurt griego

Las literales indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ )



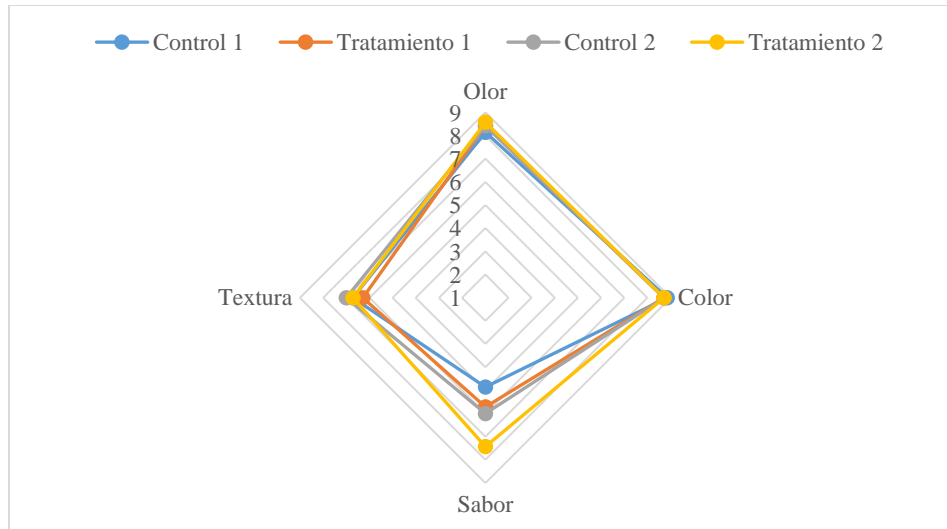
**Fig. 2.** Viscosidad aparente para las muestras estudiadas. Control 1: 10% base tradicional, tratamiento 1: 15% base tradicional, control 2: base yogurt griego y tratamiento 2: 15% base yogurt griego.



**Fig. 3.** Reograma de los yogurts elaborados. Control 1: 10% base tradicional, tratamiento 1: 15% base tradicional, control 2: base yogurt griego y tratamiento 2: 15% base yogurt griego.

### Resultados sensoriales

Los resultados de la evaluación sensorial (Fig. 4) muestran valores muy alejados de la aceptabilidad general para el atributo de sabor, siendo el control 1 el menor calificación obtuvo (4.8), seguido del tratamiento 1 (5.7), control 2 (6.0) y tratamiento 2 (7.4), que obtuvo la mejor calificación. En cuanto a parámetros como el color, la aceptabilidad fue muy buena para todos los yogurts. Sin embargo, en cuanto a textura, ninguno obtuvo las características deseables pese a que las calificaciones de la evaluación sensorial oscilan entre 6.2 y 7, ya que el gel de los yogurts era débil, grumoso y ya había comenzado en ese momento la sinéresis del suero. Algunos autores señalan que tiempos prolongados de fermentación o bien, temperaturas elevada durante esta etapa, tienen repercusiones en la estabilidad de los geles (Lee & Lucey, 2006). En cuanto al olor, las muestras no tenían el olor característico, sin embargo, la puntuación para las cuatro muestras fue de 8 aproximadamente, valor alto en la escala utilizada.



**Fig. 4.** Atributos evaluados en el análisis sensorial de las muestras de yogurt. Control 1: 10% base tradicional, tratamiento 1: 15% base tradicional, control 2: base yogurt griego y tratamiento 2: 15% base yogurt griego

## CONCLUSIÓN

La cantidad de inóculo no influyó sobre los atributos fisicoquímicos como la acidez titulable y el pH ( $p < 0.05$ ), pero el tipo de base utilizada si tiene un efecto sobre éstas. Las variables estudiadas no modificaron el tiempo de fermentación. Referente al aspecto sensorial, las muestras con mayor aceptación fueron aquellas a base de yogurt griego, con calificaciones promedio de 8 en sabor, color y olor, pero calificaciones entre 6 y 7 en cuanto a la textura.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bong, D.D. & Moraru, C.I., (2014). Use of micellar casein concentrate for Greek-style yogurt manufacturing: Effects on processing and product properties. *Journal of Dairy Science*, 97, 1259-1269
- Desai, N.T., Shepard, L. & Drake, M.A., (2013). Sensory properties and drivers of liking for Greek yogurts. *Journal of Dairy Science*, 96, 7454-7466.
- Gao, H.X., Yu, Z.L., He, Q., Tang, S.H. & Zeng, W.C. (2018). A potentially functional yogurt co-fermentation with *Gnaphallium affine*. *Food Science and Technology*, 91, 423-430.
- Han, X., Yang, Z., Jing, X., Yu, P., Zhang, Y., Yi, H & Zhang, L., (2016). Improvement of the texture of yogurt by use of exopolysaccharide producing lactic acid bacteria. *BioMed Research International*.
- Lee, W.J. & Lucey, J.A., (2006). Structure and physical properties of yogurt gels: effect of inoculation rate and incubation temperature. *Journal of Dairy Science*,
- Liu, Chen-Jian, Tang, Xiao-Dan, Zhang, Hai-Yan & Li, Xiao-Ran, (2017). Gut microbiota alterations from different *Lactobacillus* probiotic-fermented yoghurt treatments in slow-transit constipation. *Journal of Functional Foods*, 38, 110-118.
- Nguyen, P.T., Kravchuk, O., Bhandari, B. & Prakash, S., (2017). Effect of different hydrocolloids on texture, rheology, tribology and sensory perception of texture and mouthfeel of low-fat pot-set yoghurt. *Food Hydrocolloids*, 64, 94-107
- NOM-181-SCFI-2010, yogurt-denominación, especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas, información comercial y métodos de prueba.

## Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos

NOM-185-SSA1-2002, productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados, dulces a base de leche. Especificaciones sanitarias.

Sah, B.N.P., Vasiljevic, T., McKechnie, S. & Donkor, O.N., (2016). Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt fortified with fibre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage. *Food Science and Technology*, 65, 978-986.

Serafeimidou, A., Zlatanov, S., Laskaridis, K. & Sagredo, A., (2012). Chemical characteristics, fatty acid composition and conjugated linoleic acid (CLA) content of traditional Greek yogurts. *Food Chemistry*, 134, 1839-1846.

Sfakianakis, P. & Tzia, C., (2014). Conventional and Innovative Processing of Milk for Yogurt Manufacture; Development of Texture and Flavor: A Review. *Foods* 3, 176-193.